

aquella pretensión, sino que, estudiada debidamente, se haga una verdadera investigación, por la que, confirmando o rectificándose de una vez el alcance de la petición, pueda determinarse y ofrecerse la parte que el Estado debe ejecutar, dentro de lo que se halla legislado y con arreglo a las características que procedan, a fin de que, concretadas desde un principio las participaciones en el presupuesto, se determine lo que ha de ser de cuenta exclusiva del Municipio y lo que debe ser obra del Estado, con la cooperación o auxilio del peticionario, redactándose un *proyecto totalizado* que, satisfaciendo las necesidades del Ayuntamiento, le sirva de garantía para un empréstito o una emisión de obligaciones, con cuyo im-

porte, en primer lugar, ha de verificarse el pago de la parte obligatoria y exclusiva del Municipio y además de los tantos por ciento que se fijen para el resto, «que es la obra que subvenciona el Estado», en vista del *estudio económico-administrativo* correspondiente, en los plazos que se señalen oportunamente.

De esta manera, trátase de un *encauzamiento*, un *saneamiento* o de cubrir un cauce para *ensanche*, y en forma análoga a lo que ya se viene haciendo para los *abastecimientos*, las obras tendrán una finalidad práctica, los pueblos verán colmadas sus aspiraciones y la Administración habrá aplicado su Legislación en la justa medida de las aspiraciones nacionales.

José de UCELAY
Ingeniero-jefe de la División del Miño

El procedimiento "Torkret", de mortero pulverizado

El procedimiento de mortero pulverizado, designado en Alemania con el nombre de «Torkret» (1), es poco conocido en España, y su uso está tan restringido con relación al amplio campo que en América y Alemania tiene, que, unido a haber tenido ocasión de estudiarlo detenidamente y a haber experimentado personalmente sus ventajas, me animo a describirlo en este artículo, reuniendo datos y noticias que he encontrado desperdigados por periódicos y revistas, con otros directamente adquiridos.

Orígenes del «Torkret»

El «Torkret» tiene su origen en el empleo de los revestimientos de hormigón en minería. La necesidad de proteger las galerías y pozos mineros, así como sus entibaciones de madera o hierro, las bóvedas, estribos, muros, etc., contra los destrozos de la humedad y demás agentes atmosféricos, hizo que se empezaran a ensayar los enlucidos y revestidos de hormigón de cemento para tales fines. Los satisfactorios resultados obtenidos en las «Mines de Béthune» (Norte de Francia), en donde por primera vez se revistieron 2 millas de galería minera con una capa de hormigón pobre de cemento de 12 a 15 cm de espesor, animaron a proseguir estos ensayos y tanteos.

En 1906, en la reparación de un túnel del Ferrocarril P. L. M. de Francia, se emplea por vez primera el aire a presión como medio de transporte del mortero. El aparato que para ello se empleó consistía en un depósito, en comunicación con un compresor de aire, y en el que se introducía el mortero previamente mezclado. Otra tubería, cuyo extremo se introducía en agujeros hechos en la bóveda y estribos a reparar, permitía la salida del mortero, arrastrado por la corriente del aire comprimido. Los resultados altamente satisfactorios que desde el punto de vista técnico e ingenieril se obtuvieron, se vieron muy amenguados por lo lento y caro que la práctica de este ensayo resultó, debido a lo rudimentario del

aparato y a su imperfección, que dió lugar a frecuentes y largas interrupciones, tanto en la máquina como en la tubería de salida. En sus líneas generales es, sin embargo, este aparato el mismo que hoy se emplea para la inyección del mortero a presión.

A partir de esa fecha los ensayos se verifican con más intensidad y éxito en los Estados Unidos, de donde viene ya el procedimiento completamente perfeccionado y práctico. J. W. Buzzel y W. H. Larkin, en 1909, después de numerosos ensayos y tanteos, hechos tomando como modelo una máquina usada de antiguo para la pulverización de revocos y pinturas, llegan a proyectar mortero de cemento, por medio de una corriente de aire comprimido a 2 1/2 y 3 1/2 atmósferas, hasta una distancia de 100 a 120 m.

En el Congreso de la «National Association of Cement Users», celebrado en los Estados Unidos en 1910, G. L. Prentiss presenta una Memoria titulada «El empleo del aire comprimido como medio de transporte del mortero y hormigón», que describe ya con todo detalle este nuevo procedimiento de trabajo. Y asimismo aparece en la Exposición de dicho Congreso el primer «Cement-Gun» (cañón de cemento). Este primer «Cement-Gun», aunque imperfecto (1), está ya fundado en el transporte de la mezcla en seco hasta la boquilla de la tubería de salida, en donde tiene lugar su mezcla con el agua.

Patentado por entonces el aparato y el procedimiento por la «Cement-Gun Co», se siguen los ensayos y perfeccionamientos por dicha entidad, que, en 1914, da un tipo de «Cement-Gun» completamente perfeccionado y práctico, y análogo, salvo pequeños detalles, al que usado hoy en día describo a continuación.

Descripción del «Tector»

El aparato conocido en Norteamérica con el nombre de «Cement-Gun» lo es en Alemania con el de

(1) El procedimiento, conocido en Alemania con el nombre de «Torkret», lo es en América con el de «Gunite».

(1) La descripción de este primer «Cement-Gun» puede verse en una Memoria de Carl Weber, publicada por la Western Society of Engineers en 9 de marzo de 1914.

«Zement-Kanone» o «Tector», que es el que yo voy a describir (1).

Está constituido el «Tector» en esencia (figuras 1.^a, 2.^a y 3.^a), por dos depósitos *a* y *b*, montados sobre un eje de dos grandes ruedas para facilitar su transporte.

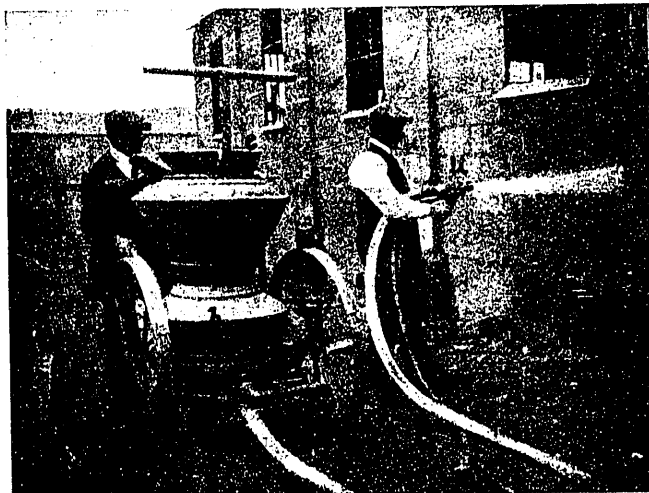


Fig. 1.ª Vista exterior de un «Tector» en trabajo.

El depósito superior *a* tiene una tolva *c* en su parte de arriba y va unido invariablemente, por su parte inferior, al depósito *b*; tiene una forma marcadamente cónica y sirve para contener la mezcla en seco de arena y cemento, previamente preparada, que se

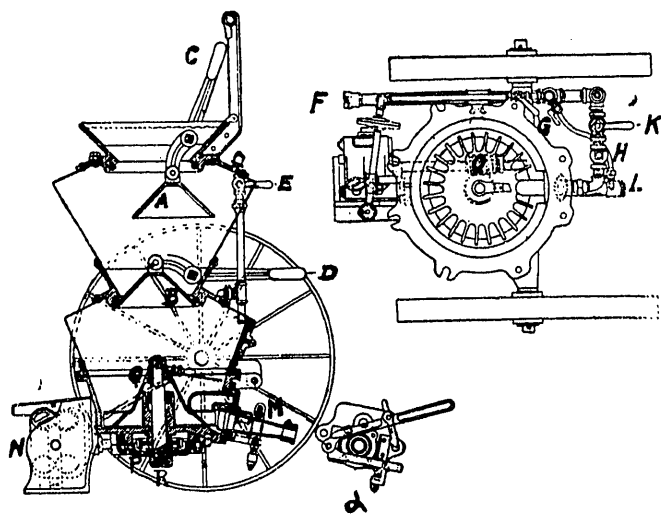


Fig. 2.ª Corte vertical por el eje de un «Tector». a, Detalle de la palanca de la tubería de salida, vista de frente. — Fig. 3.ª Planta del «Tector».

le echa por la tolva *c*. Va aislado de la tolva y del depósito inferior, por unas válvulas accionadas desde el exterior por medio de palancas. Al depósito inferior llega: la mezcla de arena y cemento del depósito superior, a través de la campana *B* (fig. 2.^a), y el aire comprimido, por la tubería *F* (fig. 3.^a); saliendo arena, cemento y aire comprimido por la tubería *M* (figura 2.^a), debido a la presión entre $2\frac{1}{2}$ y $3\frac{1}{2}$ atmósferas que reina en su interior. La tubería de salida *M* puede tener hasta 200 m de longitud y lleva en su extremidad una boquilla (fig. 4.^a) adonde va a

terminar una tubería de agua a presión, y en donde la mezcla de arena y cemento se convierte en mortero al mezclarse con el agua. En el fondo del depósito inferior hay un distribuidor accionado por un motorcito de aire comprimido que regula el paso de los materiales del depósito superior al inferior.

La figura 2.^a es un corte longitudinal del «Tector», y la figura 3.^a un croquis en planta; en ellas van acotados los órganos principales: *A* y *B* son las campanas, que accionadas por las palancas *C* y *D*, dan entrada de la mezcla al depósito superior, y de éste al inferior. *E* es una llave de la tubería que sirve para regular la diferencia de presión entre ambos depósitos.

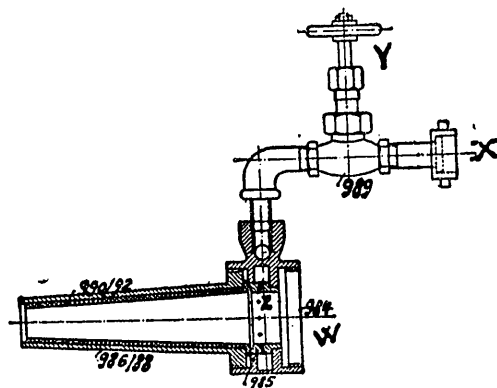


Fig. 4.ª Corte de la boquilla.

F es la tubería de entrada del aire comprimido al depósito inferior. *G* es la llave de paso del aire comprimido al motorcito que mueve el distribuidor. *H* es una tubería auxiliar de aire a presión provista de su correspondiente llave *J*. *K* y *L* son dos llaves colocadas en la tubería principal de aire comprimido, que sirven para regular la entrada de éste al depósito inferior. *M* es la tubería de salida de la mezcla de arena y cemento arrastrada por la corriente de aire a presión. Esta tubería es flexible y puede ser obturada total o parcialmente, apretando con el pie el mango de una palanca que se ve de frente en el detalle *a* de la figura 2.^a. *N* es el motorcito de aire comprimido para la distribución de la mezcla entre los dos depósitos. *O* es el distribuidor accionado por la espiral *P* y la corredera *Q*. *Y* *R* es el cojinete de la varilla vertical de dicho distribuidor.

La tubería *S* (fig. 1.^a) de salida de la mezcla de arena y cemento en seco es de goma flexible y puede tener, como ya hemos dicho, hasta 200 m de longitud. *T* (fig. 1.^a) es la tubería del agua a presión, que va a parar a la boquilla *U* (fig. 1.^a), por donde sale ya al exterior el chorro de mortero a presión *V*.

La figura 4.^a es un corte de la boquilla en el que se ve la entrada *W* de la mezcla en seco de arena y cemento; la entrada *X* de la tubería de agua a presión, con su grifo de mando *Y*, y la cámara *Z*, en donde se verifica el rociado de la mezcla en seco de arena y cemento con el agua. Esta boquilla va también toda ella revestida de goma resistente para evitar el efecto de esmeril que produciría el chorro de arena sobre el metal.

Vemos, pues, que para el funcionamiento del «Tector» hace falta disponer de aire a presión, y para la producción del «Torkret», de agua a presión. La presión del aire varía de $2\frac{1}{2}$ a $3\frac{1}{2}$ atmósferas y la del agua debe ser 1 ó $1\frac{1}{2}$ atmósferas superior a la del aire. Si en la obra se dispone de dichos elementos,

(1) Una descripción detallada del «Cement-Gun» se publicó en un artículo de la revista *Engineering*, en el número de junio de 1916.

en esas condiciones, basta enchufar las tuberías del «Tector» con los depósitos respectivos; en caso contrario hay que proveerse de un pequeño compresor y un depósito de agua. La figura 5.^a (correspondiente

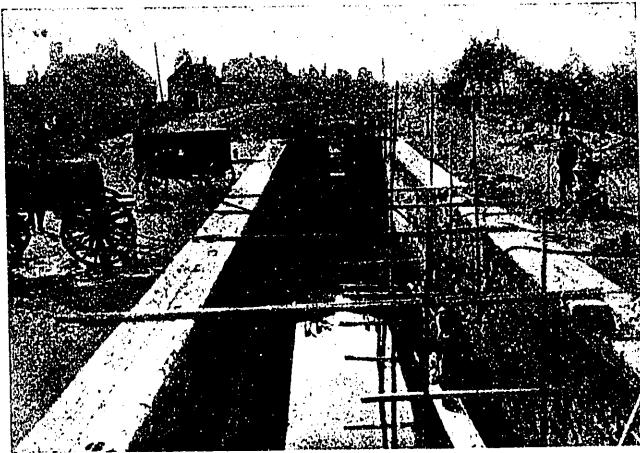


Fig. 5.ª Vista de un equipo completo de «Tector», A, con compresor transportable B y depósito de agua a presión C.

a los trabajos de enlucido del interior de una esclusa en Francia) presenta la disposición en una obra en que no se disponía de aire ni agua a presión. A es el «Tector». B un compresor pequeño transportable. C el depósito del agua. Y la boquilla (a 6 m por bajo del «Tector»), se ve en el interior de la esclusa manejada por un obrero.

A continuación doy las características de los cuatro tipos de «Tector» que se fabrican y usan en Alemania, con la potencia necesaria del compresor. El alcance de la boquilla es en todos ellos de 150 a 200 m de longitud (prácticamente no se debe pasar de los 150 m), salvo el tipo N-00, que tiene tan sólo un alcance de 60 m. En esta longitud el desnivel entre el «Tector» y la boquilla puede llegar a 50 u 80 m (prácticamente no se debe pasar de los 50 m).

Modelo del «Tector»	Presión en el interior del «Tector» — En atm	Gasto de la corriente de aire comprimido necesaria — En m ³ por min	Potencia necesaria del compresor		Cantidad de «Torkret» que se puede hacer en 8 h de trabajo — En m ² y capa de 2 cm de espesor	Máximo grosor de los granos de la arena — En mm
			En kw	En HP		
N — 00	2 1/2 — 3 1/2	1 3/4	9	12	80	8
N — 0	2 1/2 — 1/2	3 — 5 1/2	18	25	115	3
N — 1	2 1/2 — 1 1/2	4 1/2 — 5	25	35	175	5
N — 2	2 1/2 — 3 1/2	6 — 6 1/2	33	45	225	10

La figura 6.^a muestra un «Tector» y el depósito de agua correspondiente, montados sobre sus bastidores respectivos, para poder ser transportados por una vía «Decauville».

Condiciones que deben reunir los materiales que forman el «Torkret»

Por el cuadro anterior se ve que el aire debe tener una presión entre 2 1/2 y 3 1/2 atmósferas en el interior del «Tector». Una presión superior a 3 1/2 atmósferas no sólo no produce ninguna ventaja en el ma-

terial obtenido, sino que es perjudicial. En primer lugar, es más caro, debido a la mayor carestía para obtener dicha mayor compresión del aire; y, además, al salir el chorro de mortero con mayor presión, la pérdida de arena por rebote sobre la superficie a «torkretear» es mucho mayor. Una presión del aire inferior a 2 1/2 atmósferas da una velocidad de salida del mortero menor, y, por tanto, menor rendimiento del «Tector», y lo que es todavía peor, un «Torkret» de cualidades muy inferiores. En cuanto a condiciones químicas, el aire debe ser lo más puro y seco posible.

El agua debe llegar a la boquilla con una presión de 1 ó 1 1/2 atmósferas más que la que tiene el aire; y de sus condiciones físicas y químicas nada hay que hablar, pues se comprende que han de ser las mismas que se requieren para obtener un buen hormigón.

El máximo grosor de los granos de arena depende del tipo de «Tector» empleado, como se ve en el cuadro anterior, y sus demás cualidades físicas y químicas, así como las del cemento, son análogas a las que se requieren para tener un buen mortero.

La mezcla en seco de cemento y arena debe hacerse previamente y en la proporción, en volumen de 1 : 3. Según los estudios efectuados por Weber, con una presión de 3 atmósferas en el «Tector», la velocidad de salida del «Torkret» por la boquilla es de unos

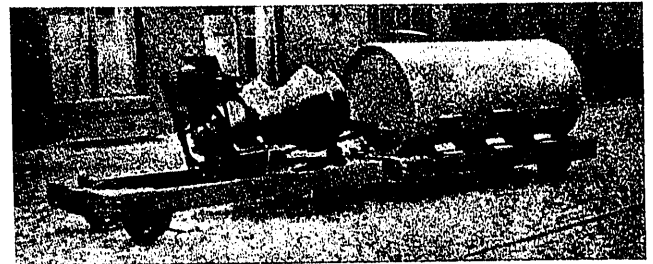


Fig. 6.ª «Tector» y depósito de agua dispuestos para su transporte.

100 m por segundo. Al incidir normalmente el chorro de mortero sobre la superficie a «torkretear», la arena rebota sobre ella y cae al suelo en bastante cantidad al principio, hasta que, adherida la primera capa de «Torkret», el choque es menor violento, con lo que disminuye el rebote y rechazo de la arena, que llega a ser casi nulo al final. Esta cantidad de arena perdida por rebote sobre la superficie a revestir viene a ser, en total, del 20 al 25 por 100, con lo que la proporción a que resulta el mortero adherido viene rebajada a 1 : 2 1/2. Es de notar que la arena que rebota y cae al suelo está por completo limpia de cemento y puede, por tanto, ser recogida y empleada nuevamente.

Manipulación del «Torkret»

Una de las principales ventajas del «Torkret» es la de no necesitar obreros especializados, en el verdadero sentido de la palabra, ya que un obrero cualquiera, medianamente inteligente, es capaz de producir un buen «Torkret» a las pocas horas de ensayo y práctica.

Cinco obreros son suficientes, en general, para el manejo del «Tector». Dos para hacer la mezcla en seco del cemento y arena y llenado del «Tector». Uno para el manejo de las palancas del mismo. Y otro, con un ayudante, en la boquilla. Este último debe ser el más inteligente y cuidadoso, pues tiene a su cargo la re-

gulación del grifo de la tubería del agua (fig. 7.^a). La boquilla debe conservarse a unos 80 cm de distancia de la superficie a «torkretear» y de modo que el chorro de mortero la incida siempre normalmente.



Fig. 7.^a Posición y manejo de la boquilla en pleno trabajo de revestimiento de una galería minera con «Torkret».

Otra gran ventaja, que facilita enormemente el trabajo con el «Tector», es la de que la tubería de salida sea flexible y tenga un radio de acción de 200 m en longitud y 80 m de altura. En la figura 8.^a (foto-

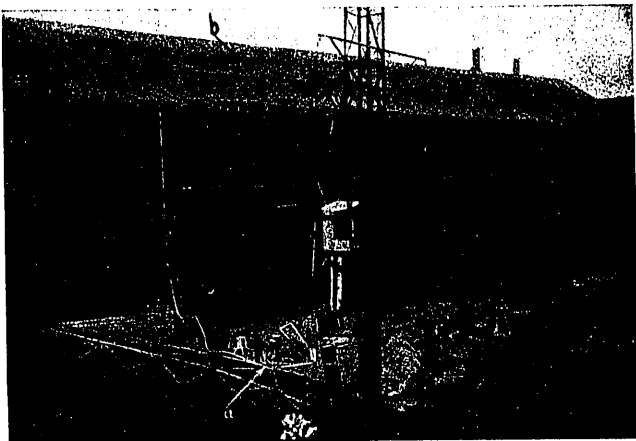


Fig. 8.^a Fotografía mostrando la separación entre la boquilla, b, y el Tector, a, tomada durante la construcción de la cubierta de «Torkret» de la Sala de Montajes de la Auhaltische Maschinenbau A. G. Berlin.

grafía del «torkreteado» para cubrir la sala de montaje de la Berlin-Anhaltische Maschinenbau-A. G., en septiembre y octubre de 1924) se ve en a el «Tector» y en b la boquilla.

Ensayos y pruebas del «Torkret»

El «Torkret» reúne unas condiciones de resistencia, adherencia y porosidad realmente excepcionales, comparadas con las del hormigón hecho a mano.

Según la Memoria redactada por el ingeniero Weber, ya citado, y presentada por la casa «Westinghouse, Church, Kerr & Co.» al «American Institute of Mining Engineers», en su Asamblea celebrada en Pittsburgh en 1914, el «Torkret» presentó, en todos los ensayos y pruebas verificadas, condiciones muy ven-

tajosas sobre los hormigones y morteros hechos a mano. Estas ventajas oscilan entre límites muy extensos y variables, según las condiciones de los ensayos realizados. Los resultados más importantes consignados en la citada Memoria son los siguientes:

La resistencia a la tracción del «Torkret» superó, según los casos, en un 20 a un 260 por 100 la del hormigón hecho a mano.

La resistencia a la compresión varió, también en más, desde un 20 hasta un 720 por 100.

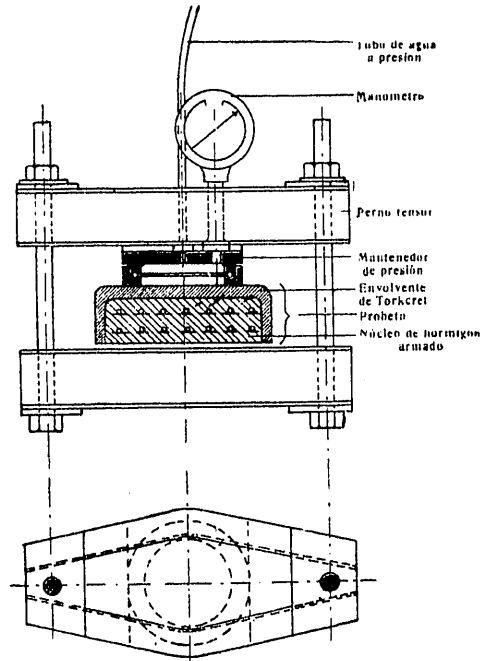


Fig. 9.^a Croquis de la disposición adoptada para el ensayo de permeabilidad del «Torkret» por el Staabliche Materialprüfungsamt, Berlín-Dahlem.

La adherencia fué superior, por término medio, en un 27 por 100.

El porcentaje de huecos fué del 52 al 75 por 100 del que presenta el hormigón hecho a mano.

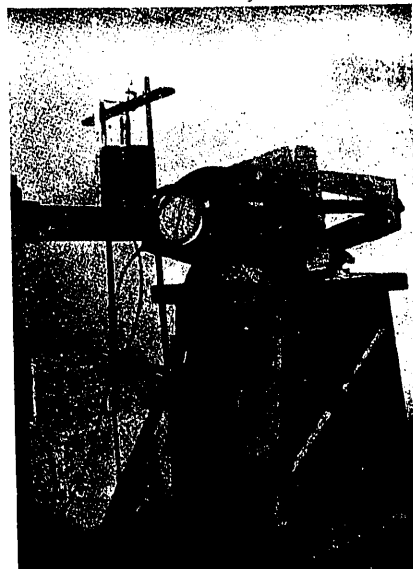


Fig. 10. Fotografía del ensayo de permeabilidad del «Torkret» según el esquema de la fig. 9.^a

El ensayo de porosidad se efectuó proyectando agua a presión sobre superficies de análogas condiciones

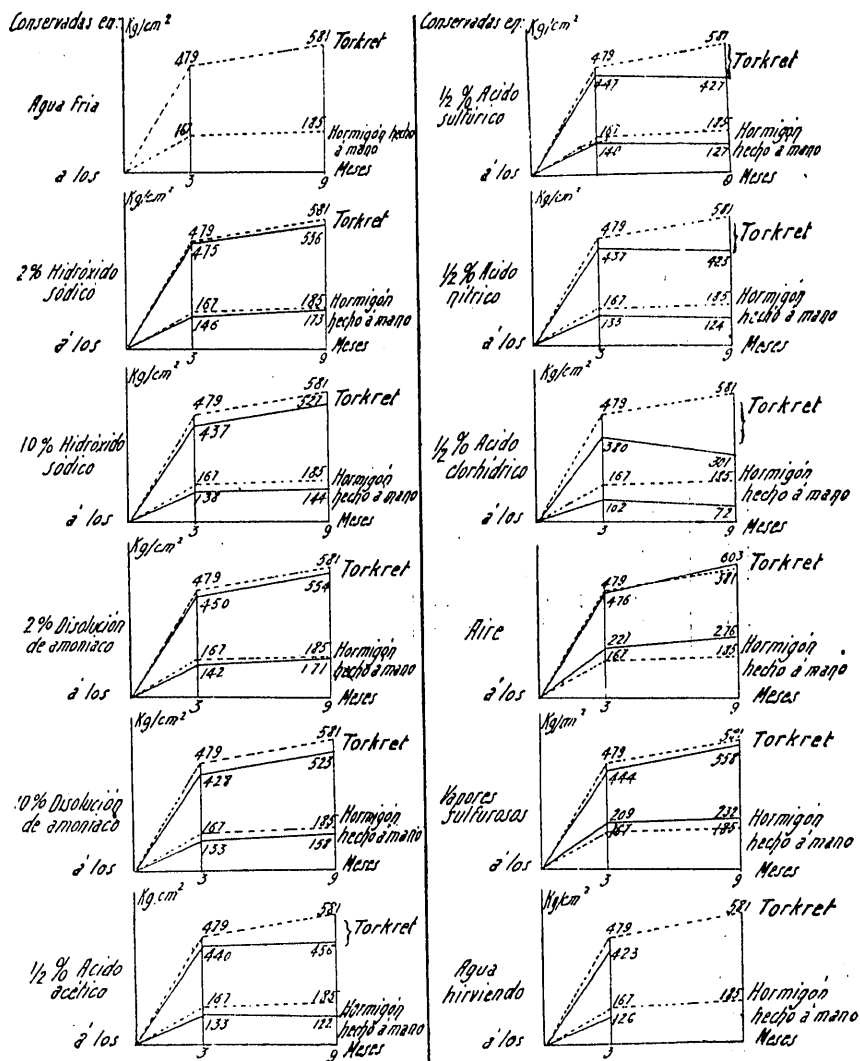
de «Torkret» y hormigón, resultando que el agua absorbida por aquél fué del $\frac{7}{10}$ a $\frac{1}{10}$ de la absorbida por el hormigón. En enlucidos de «Torkret» y de mortero de cemento, de análogas condiciones, resultó que la porosidad de éste fué de 1,4 a 5,3 veces mayor que en el de «Torkret».

Más modernamente, y a petición de la «Torkret Gesellschaft m. b. H.» hay unos ensayos oficiales realizados por el laboratorio «Staabliche Material prüfungsamt Berlin-Dahlem», en 1924, que confirman los resultados anteriores. Voy a copiar los resultados de la resistencia a la compresión de probetas conservadas en distintos medios, y el correspondiente a la permeabilidad del «Torkret» en enlucidos, por ser los dos más interesantes.

Los ensayos de la resistencia del «Torkret» a la compresión se verificaron sobre probetas de forma cúbica de 7 cm de arista y superficie de presión pulimentada. Se hicieron al mismo tiempo probetas análogas de hormigón hecho a mano, a fin de hacer un estudio comparativo. Las probetas de «Torkret» se hicieron en dos capas, con intervalo de dos horas entre la ejecución de ambas, con objeto de asemejarlas a la ejecución del «Torkret» en la práctica, y las probetas de hormigón con los cuidados y condiciones con que se hacen en esta clase de estudios. Se empleó cemento «Rüdersdorfer» y arena de «Storkower», de granos gruesos, medios y finos, siendo la proporción de la mezcla, en volumen, 1 : 4. Las probetas de «Torkret» retuvieron del 10 al 11 por 100 de su peso de agua, y las de hormigón del 7 al 8 por 100. Se rompieron las probetas a los tres y a los nueve meses, durante cuyos tiempos se mantuvieron en los medios que aparecen en el diagrama, que resume los resultados obtenidos.

El primer diagrama corresponde a la conservación de las probetas en agua fría, el cual se reproduce en línea de puntos en todos los otros, a fin de que comparativamente se pueda ver rápidamente la influencia que tienen los diferentes medios en que fueron conservadas.

Los ensayos de permeabilidad se ejecutaron de la siguiente manera: Las cuatro probetas enlucidas con mortero hecho a mano se prepararon enluciendo con una capa de mortero de cemento de 2 cm de espesor un cuerpo interior formado por un núcleo de hormigón armado (pobre de cemento, para que resultara muy permeable) de $30 \times 30 \times 7$ cm (fig. 9.^a). Y las veinte probetas con revestido de «Torkret», enluciendo el mismo núcleo interior con los espesores de «Torkret» que aparecen en el siguiente cuadro y ejecutados con las capas que en el mismo se especifican.



Ensayo número	Número de probetas ensayadas	Capas en que se hizo el revestimiento	Espesores totales de los revestimientos — En cm
1	4	1	0,5
2	4	1	1,0
3	4	1	1,0
4	4	2	2,0
5	4	4	2,0.

La mezcla de arena y cemento en la misma proporción y de la misma clase que las dichas en el ensayo anteriormente descrito. La superficie expuesta a la presión del agua fué, para todas las probetas, de 200 cm² de superficie.

Se sometieron las probetas así preparadas a una presión constante de agua durante seis días, durante los cuales, seis horas diarias la presión fué de 20 atmósferas y el resto del tiempo de 10 atmósferas, con presiones máximas instantáneas, durante los minutos necesarios para la carga del cilindro mantenedor de la presión (fig. 10), de 35 atmósferas. Rotas las probetas, se vió que en ninguna de las revestidas con «Torkret» el agua había atravesado el revestido,

mientras que en las revestidas con mortero de cemento hecho a mano el agua atravesó el revestido entre el segundo y el tercer día de ensayo. La figura 10 es una fotografía de cómo se dispuso el ensayo cuyo croquis aparece en la figura 9.^a

En cuanto a las variaciones de resistencia del «Torkret» según las proporciones de mezcla y la manera de proyección, se resumen en el siguiente cuadro, que contiene los resultados de otros ensayos verificados también por el mismo laboratorio oficial alemán.

Proporciones de la mezcla — En volumen	Modo de proyección	Resistencia a la compresión — En kg/cm ²
1 : 4	Proyección horizontal ..	476
1 : 5	Idem id.	376
1 : 6	Idem id.	255
1 : 4	Proyección vertical desde abajo ..	516
1 : 5	Idem id. desde arriba ..	553

Creo que es suficiente con los ensayos copiados para demostrar la superioridad del «Torkret» sobre el hormigón y mortero de cemento hechos a mano.

Coste del «Torkret»

Por la descripción que acaba de hacerse se comprende desde luego que este procedimiento no es sí nada caro. Pero, además, la gran superioridad del material que se obtiene, lo hacen en muchos casos más económico que el hormigón y mortero hecho a mano.

La mucha mayor resistencia del «Torkret» comparado con el hormigón hecho a mano, según se desprende de los ensayos copiados más arriba, permite

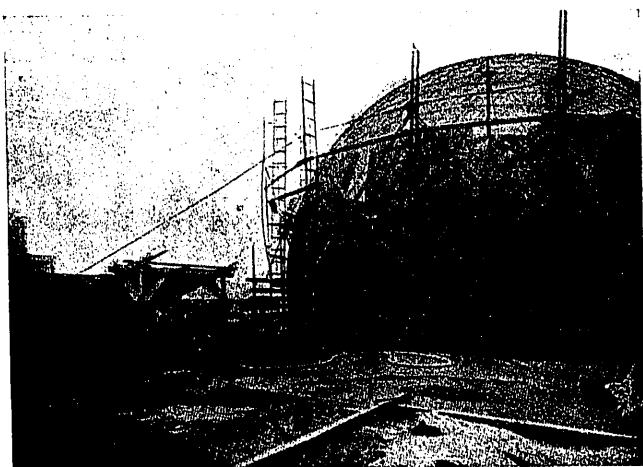


Fig. 11. «Torkreteado» de la cúpula Zeiss, de 16 m de diámetro y 3 cm de espesor, del Planetarium, en Jena. Obsérvese la malla de pletinas de hierro completamente libre, sin cimbra ni molde. Sólo el trozo en que se trabaja tiene detrás de la malla un entablado para apoyar el «Torkret». (Obra ejecutada por la Dyckerhoff & Widmann, A. G.)

que, a igualdad de circunstancias exteriores, se puedan reducir los espesores considerablemente; o que, a igualdad de espesores, se empobrezca la mezcla de cemento.

Inútil me parece enumerar la gran economía que se introduce en una obra cuando se puede reducir

considerablemente el espesor de uno de sus elementos, no sólo por la reducción de la masa de material en dicho elemento, sino por la influencia que ese me-

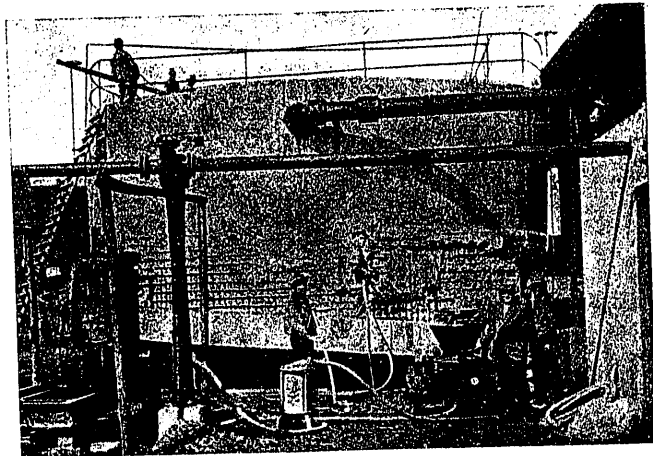


Fig. 12. Reparación con «Torkret» de un depósito de agua, de hormigón armado. (Emscher Genossenschaft, Herne, Westfalen.)

nor peso muerto tiene en el resto de la obra, muros, estribos, cimientos, cimbras, moldes, etc., etc. Y esa reducción de dimensiones es tan sensible con el empleo del «Torkret», como lo atestigua la obra de la

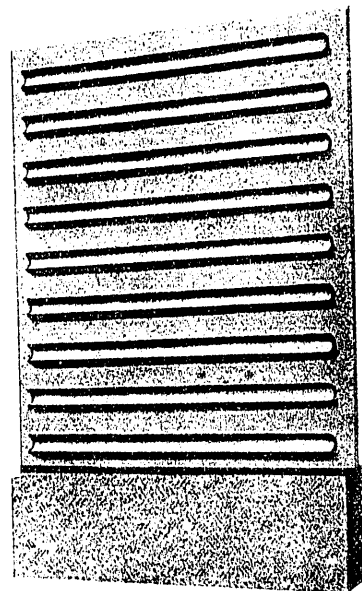


Fig. 13. Plancha de palastro para la construcción rápida de casetas y cobertizos con «Torkret».

figura 8.^a, en que el espesor dado a la cubierta fué sólo de 3,5 cm para una luz de 21 m y dimensiones totales de la sala de 72 x 21; es decir, unos 1 500 m² a cubrir (1).

Citaré también las cúpulas recientemente construídas, sistema Zeiss, y que sólo por el empleo del «Torkret» han podido ser ideadas y ejecutadas. Son cúpulas formadas por una red de pletinas de hierro (de 60 cm de ancho de malla y 3 cm de espesor de «Torkret», la representada en la figura 11, que es de 16 m de diámetro) y una capa de «Torkret». Su construcción no exige cimbra ni molde, ya que la red de ple-

(1) Esta interesante obra ha sido descrita con todo detalle en *Der Bauingenieur*, 5 Jahrgang, 1924. Helt 3.

tinan se monta con ayuda tan sólo de un caballete transportable, y el «torkreteado» se verifica por anillos circulares con una sencilla coraza de madera movable (1). La figura 11 es una fotografía de la cúpula pequeña de 16 m de luz construída por la casa Dyckerhoff & Widmann A-G, para el Planetarium de Jena.

Como ejemplo de economía de cemento por empobrecimiento de la mezcla, en el «Schweizerische



Fig. 14. Sección de una plancha de palastro con salientes.

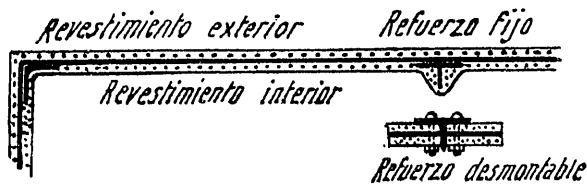


Fig. 15. Sección horizontal de un muro de «Torkret» con alma de plancha de palastro, lisa.

Bauzeitung» de 5 de diciembre de 1925, en que se describe el importantísimo salto «Amteg der S. B. B.», al hablar de la tubería de conducción de 2,80 m de diámetro, que fué ejecutada con «Torkret» en gran longitud, se dice que por la mayor resistencia y compacidad de este material se bajó la dosis de cemento de 600 kg a 400 kg por m³ de arena.

Limite los ejemplos a obras de todos conocidas por su importancia, pero, en menor escala, podrían citarse otros muchos que demuestran la enorme economía que se puede introducir en las obras por el uso del «Torkret» racionalmente empleado.

A los que deseen hacer antepresupuestos de trabajos con «Torkret» diré, como dato práctico, que 1 m³ de «Torkret» viene a necesitar de 150 a 200 m³ de aire comprimido.

Campo de aplicación del «Torkret»

Interminable se haría este artículo si fuera a detallar las variadísimas aplicaciones del «Torkret».

Para reparaciones de las obras de hormigón armado (fig. 12), túneles, metropolitanos, obras expuestas a los humos de las locomotoras, galerías mi-

(1) Un estudio detallado de estas cúpulas, de las que se han construído de 16, 25 y 40 m de diámetro, se presentó a la Asamblea «Deutschen Beton-Vereins» celebrada en Berlín en 23, 24 y 25 de febrero de 1925 y publicada en la Memoria de dicha Asamblea, titulada *Bericht über die XXVIII Haupt Versammlung*.

neras y sus entibaciones de madera y hierro para preservarlas de la humedad y agentes atmosféricos, conducciones de agua, tuberías a presión, revestimientos, enlucidos, revestimientos hidráulicos, etc., su uso es indispensable o muy ventajoso.

Debe ser usado, sin embargo, en aquellas partes de obra que lo requieran, pues usado sin un previo estudio y sólo dejándose llevar de novedad o moda resultará, como todo lo fuera de lugar, antieconómico e inadecuado.

Para la construcción de pequeños garajes, casas de herramientas, cobertizos, casetas y demás edificaciones de poca importancia, el «Torkret» proporciona un método rápido y económico. Consiste en empotrar en la zanja de cimentación, previamente rellena de hormigón (fig. 13), una plancha de palastro, lisa (fig. 15) o con salientes (fig. 14), para facilitar la adherencia del «Torkret», que «torkreteada» por uno o ambos lados (fig. 15) da un muro de «Torkret» con alma de hierro. Para aumentar el aislamiento se pueden disponer dos planchas de palastro, dejando entre ellas una capa de aire, y también sustituir el palastro por madera, en cuya superficie se clava una ligera tela metálica para aumentar su adherencia con el «Torkret».

Para terminar, citaré un curioso ensayo ejecutado por la «Eisenbahn-Zentralamt Berlin» y que fué pre-

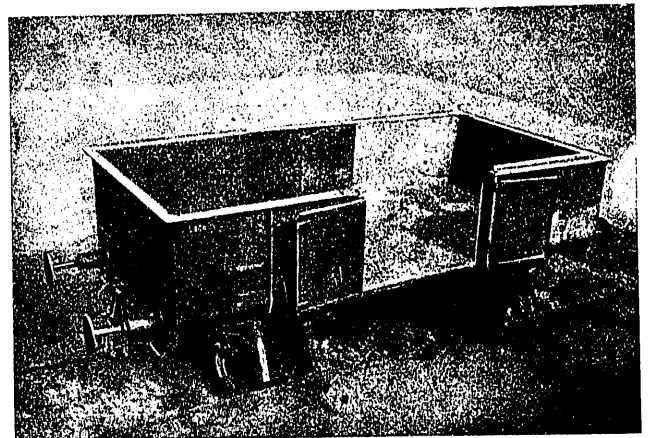


Fig. 16. Reparación de un vagón viejo por medio del «Torkret».

sentado en la «Eisenbahn-Ausstellung», celebrada en Berlín-Seddin en 1924. Se trata de la utilización de los vagones viejos y deteriorados revistiendo sus paredes con una capa de «Torkret». Si, como hasta ahora parece, el revestido resiste bien la trepidación y vibraciones, se tiene un nuevo medio de prolongar la vida de este material y una insospechada aplicación del «Torkret».

Carlos MORALES LAHUERTA
Ingeniero de Caminos